

METHOD AND DEVICE FOR SELECTING PATH OF COMMUNICATION NETWORK

Publication number: JP2001144804

Publication date: 2001-05-25

Inventor: NAKAMICHI KOJI; EZAKI YUTAKA; SOMIYA TOSHIO;
TAKASHIMA KIYONARI

Applicant: FUJITSU LTD

Classification:

- International: H04M3/00; H04L12/56; H04M3/00; H04L12/56; (IPC1-7): H04L12/56; H04M3/00

- European: H04L12/56C

Application number: JP19990321591 19991111

Priority number(s): JP19990321591 19991111

Also published as:

E P1100233 (A2)

US 6859842 (B1)

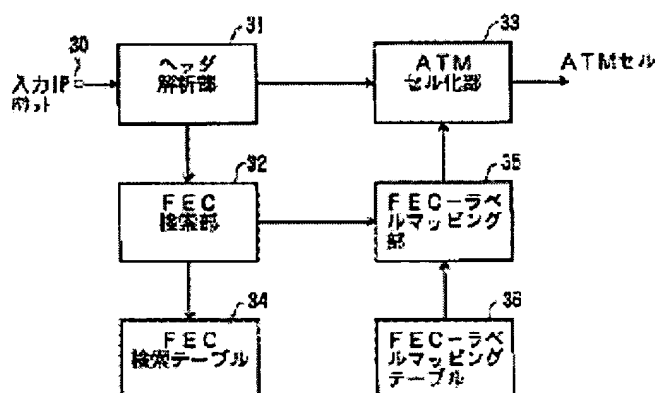
E P1100233 (A3)

Report a data error here

Abstract of JP2001144804

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and a device for selecting the path of a communication network, by which loads can be diffused and a network resource can efficiently be used. **SOLUTION:** A plurality of paths 21 and 22 are set between an input side node 10 and an output side node 12. In the path selection method of a communication network for converting a label with respect to a traffic received by the input side node and it is transferred to the output side node. The traffic received by the input side node is uniformly distributed into the plurality of paths in a communication element unit and they are transferred. Thus, the loads of the respective paths can be diffused and the inverse of the order of packets transmitted from the same terminal can be prevented in the output side node.

トラヒックエンジニアリングを行うMPLS網の
入力側LSR10の一実施例の機能ブロック図



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

REST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-144804

(P2001-144804A)

(43) 公開日 平成13年5月25日 (2001.5.25)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード^{*}(参考)

H 0 4 L 12/56

H 0 4 M 3/00

A 5 K 0 3 0

H 0 4 M 3/00

H 0 4 L 11/20

1 0 2 D 5 K 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平11-321591

(22) 出願日

平成11年11月11日 (1999. 11. 11)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 仲道 耕二

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 江崎 裕

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信網のパス選択方法及びその装置

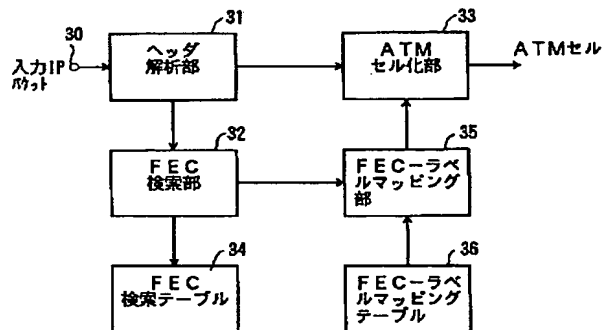
(57) 【要約】

【課題】 本発明は、負荷の分散及び網資源の効率的な利用が可能となる通信網のパス選択方法及びその装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 入力側ノード10と出力側ノード12との間に複数のパス21、22が設定されており、入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網のパス選択方法であって、入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で均等に複数のパスに振り分けて転送する。このため、各パスの負荷を分散させることができ、出力側ノードにおいて同一端末から送信されたパケットの順番が逆転することを防止できる。

トラヒックエンジニアリングを行うMPLS網の

入力側LSR10の一実施例の機能ブロック図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網のパス選択方法であって、前記入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で均等に前記複数のパスに振り分けて転送することを特徴とするパス選択方法。

【請求項2】 入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網のパス選択方法であって、前記入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、前記複数のパスそれぞれに設定されている帯域に比例する配分で前記複数のパスに振り分けて転送することを特徴とするパス選択方法。

【請求項3】 入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網のパス選択方法であって、前記入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、前記複数のパスそれぞれに設定されている重みに比例する配分で前記複数のパスに振り分けて転送することを特徴とするパス選択方法。

【請求項4】 入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網のパス選択方法であって、前記複数のパスそれぞれに予め優先度を設定され、前記入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、優先度の高いパスから順に振り分け、前記トラヒックを振り分けられているパスの帯域使用率が所定の閾値を越えると、次に優先度の高いパスに振り分けて転送することを特徴とするパス選択方法。

【請求項5】 入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網のパス選択方法であって、前記入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で優先クラスを設定され、前記複数のパスそれぞれに予め優先度を設定され、前記入力側ノードで受信されるトラヒックの通信要素単位の優先クラスに応じた優先度のパスに振り分けて転送することを特徴とするパス選択方法。

【請求項6】 入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網の入力側ノード装置であって、前記入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で均等に前記複数のパスに振り分けて転送する均等振

り分け手段を有することを特徴とする入力側ノード装置。

【請求項7】 入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網の入力側ノード装置であって、前記入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、前記複数のパスそれぞれに設定されている帯域に比例する配分で前記複数のパスに振り分けて転送する帯域配分振り分け手段を有することを特徴とする入力側ノード装置。

【請求項8】 入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網の入力側ノード装置であって、前記入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、前記複数のパスそれぞれに設定されている重みに比例する配分で前記複数のパスに振り分けて転送する重み配分振り分け手段を有することを特徴とする入力側ノード装置。

【請求項9】 入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網の入力側ノード装置であって、前記複数のパスそれぞれに予め優先度を設定され、前記入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、優先度の高いパスから順に振り分け、前記トラヒックを振り分けられているパスの帯域使用率が所定の閾値を越えると、次に優先度の高いパスに振り分けて転送する優先度順振り分け手段を有することを特徴とする入力側ノード装置。

【請求項10】 入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網の入力側ノード装置であって、前記入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で予め優先クラスを設定され、前記複数のパスそれぞれに予め優先度を設定され、前記入力側ノードで受信されるトラヒックの通信要素単位の優先クラスに応じた優先度のパスに振り分けて転送する優先クラス対優先度振り分け手段を有することを特徴とする入力側ノード装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、通信網のパス選択方法及びその装置に関し、入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定され、入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網のパス選択方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、IP (Internet Protocol) 上のアプリケーションの充実によりインターネット通信が急激に増大している。そうした膨大なインターネットトラフィックを高速に転送する技術としてMPLS (Multiprotocol Label Switching) の開発が盛んに進められている。

【0003】MPLSはLSP (Label Switched Path) と呼ばれる予め設定されたコネクション上で短い固定長ラベルを付けたパケットを転送する方式である。MPLSの転送ノードであるLSR (Label Switching Router) は、固定長ラベルの参照のみでパケット転送が可能となり、従来のルータがIPアドレスのマッチングによる検索で転送路を決定していたのに比べ、大幅な転送高速化を実現できる。

【0004】また、MPLSはトラフィックエンジニアリングの観点からも大きな期待を集めている。MPLSによるトラフィックエンジニアリングの目的は、網内のトラフィックが特定のルートに集中することによって引き起こされる長期的な輻輳の回避にある。MPLSではトラフィックエンジニアリング区間の入口と出口のLSRに複数のLSPを設定し、エンジニアリング区間の入口のLSRへの入力トラフィックをそれらのLSPに分散させることにより、負荷の分散化、および網全体の利用効率向上と長期的な輻輳の回避をはかる。これはMPLSがIPアドレスと独立にラベルを付与でき、LSPへのトラフィックを振り分けが自在にできることから容易となる。

【0005】MPLSでは、LSRへの入力トラフィックに対してIPアドレスとは独立に適当なグループ分けを行い、各グループ単位にラベルの付与、および転送を行う。この転送のためのグループはFEC (Forwarding Equivalent Class: 転送等価クラス) と呼ばれ、例えばIPアドレスのプレフィクス (IPアドレスの一部) に一致する入力トラフィックでグループ分けを行ったり、宛先IPアドレス自身でグループ分けを行うことが出来る。

【0006】一方、MPLSの概念は物理メディアに依らないものであり、ATM (Asynchronous Transfer Mode)、FR (Frame Relay)、PPP (Point to Point) リンクなどが挙げられている。ATMならばラベルはVPI/VCIフィールドに載せる。ATMは固定長セルを用いたB-ISDNをターゲットとした高速転送手段であり、現在広く普及しており、優れたQOS (Quality of Service) 制御技術を有する。そのため、ATM網を下位にしたMPLS網の構築が盛んに行われている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 インタネット等のIP

パケット転送網では、パケットの転送経路はルーティングプロトコルによって自律的に決定される。例えば代表的なルーティングプロトコルであるOSPF (Open Shortest Path First: オープン最短パス優先) は、ある目的ルータまでの最短経路を選択する。しかし、常に最短経路を選択することは、網の帯域を効率的に使用しようとする目的とは必ずしも一致しない。自動的に決定された最短経路のリンクの帯域が転送トラフィックの帯域に比較して小さい場合には、その経路の負荷が増加し、結果的に輻輳を引き起こすという問題がある。

【0008】また、上記のルーティングプロトコルでは、複数の経路を選択することは出来ないで、同一目的地へ向かうトラフィックに対して複数の経路にトラフィックを分散させることは不可能である。本発明は、上記の点に鑑みなされたものであり、負荷の分散及び網資源の効率的な利用が可能となる通信網のパス選択方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 請求項1に記載の発明は、入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラフィックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網のパス選択方法であって、前記入力側ノードで受信されるトラフィックを通信要素単位で均等に前記複数のパスに振り分けて転送する。

【0010】このように、入力側ノードで受信されるトラフィックを通信要素単位で均等に複数のパスに振り分けて転送するため、各パスの負荷を分散させることができ、出力側ノードにおいて同一端末から送信されたパケットの順番が逆転することを防止できる。請求項2に記載の発明は、入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラフィックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網のパス選択方法であって、前記入力側ノードで受信されるトラフィックを通信要素単位で、前記複数のパスそれぞれに設定されている帯域に比例する配分で前記複数のパスに振り分けて転送する。

【0011】このように、入力側ノードで受信されるトラフィックを通信要素単位で、複数のパスそれぞれに設定されている帯域に比例する配分で複数のパスに振り分けて転送するため、帯域に応じて入力トラフィックを複数のパスに分散させることができ、特定のパスに対して負荷が集中することを避けることができる。請求項3に記載の発明は、入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラフィックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網のパス選択方法であって、前記入力側ノードで受信されるトラフィックを通信要素単位で、前記複数のパスそれぞれに設定されている重みに比例する配分

で前記複数のパスに振り分けて転送する。

【0012】このように、入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、複数のパスそれぞれに設定されている重みに比例する配分で前記複数のパスに振り分けて転送するため、帯域に応じて入力トラヒックを複数のパスに網管理者の意図に応じて分散させることができる。請求項4に記載の発明は、入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網のパス選択方法であって、前記複数のパスそれぞれに予め優先度を設定され、前記入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、優先度の高いパスから順に振り分け、前記トラヒックを振り分けられているパスの帯域使用率が所定の閾値を越えると、次に優先度の高いパスに振り分けて転送する。

【0013】このように、入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、優先度の高いパスから順に振り分け、トラヒックを振り分けられているパスの帯域使用率が所定の閾値を越えると、次に優先度の高いパスに振り分けて転送するため、例えば主経路のパスを予め設定しておいた帯域使用率の負荷状態となるまで効率的に使用し、帯域使用率が高くなると優先度の低いパスに負荷が分散されるようにすることができ、網リソースの効率化を行うことができる。

【0014】請求項5に記載の発明は、入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網のパス選択方法であって、前記入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で優先クラスを設定され、前記複数のパスそれぞれに予め優先度を設定され、前記入力側ノードで受信されるトラヒックの通信要素単位の優先クラスに応じた優先度のパスに振り分けて転送する。

【0015】このように、入力側ノードで受信されるトラヒックの通信要素単位の優先クラスに応じた優先度のパスに振り分けて転送するため、網管理者からそれぞれのアプリケーションに対して必要量に応じて帯域を与えることができ、柔軟な網運用を行うことができる。請求項6に記載の発明は、入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網の入力側ノード装置であって、前記入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で均等に前記複数のパスに振り分けて転送する均等振り分け手段を有する。

【0016】このように、入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で均等に複数のパスに振り分けて転送するため、各パスの負荷を分散させることができ、出力側ノードにおいて同一端末から送信されたパケ

ットの順番が逆転することを防止できる。請求項7に記載の発明は、入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網の入力側ノード装置であって、前記入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、前記複数のパスそれぞれに設定されている帯域に比例する配分で前記複数のパスに振り分けて転送する帯域配分振り分け手段を有する。

10 【0017】このように、入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、複数のパスそれぞれに設定されている帯域に比例する配分で複数のパスに振り分けて転送するため、帯域に応じて入力トラヒックを複数のパスに分散させることができ、特定のパスに対して負荷が集中することを避けることができる。請求項8に記載の発明は、入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網の入力側ノード装置であって、前記入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、前記複数のパスそれぞれに設定されている重みに比例する配分で前記複数のパスに振り分けて転送する重み配分振り分け手段を有する。

20 【0018】このように、入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、複数のパスそれぞれに設定されている重みに比例する配分で前記複数のパスに振り分けて転送するため、帯域に応じて入力トラヒックを複数のパスに網管理者の意図に応じて分散させることができる。請求項9に記載の発明は、入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル交換を行って出力側ノードまで転送する通信網の入力側ノード装置であって、前記複数のパスそれぞれに予め優先度を設定され、前記入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、優先度の高いパスから順に振り分け、前記トラヒックを振り分けられているパスの帯域使用率が所定の閾値を越えると、次に優先度の高いパスに振り分けて転送する優先度順振り分け手段を有する。

30 【0019】このように、入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、優先度の高いパスから順に振り分け、トラヒックを振り分けられているパスの帯域使用率が所定の閾値を越えると、次に優先度の高いパスに振り分けて転送するため、例えば主経路のパスを予め設定しておいた帯域使用率の負荷状態となるまで効率的に使用し、帯域使用率が高くなると優先度の低いパスに負荷が分散されるようにすることができ、網リソースの効率化を行うことができる。

40 【0020】請求項10に記載の発明は、入力側ノードと出力側ノードとの間に複数のパスが設定されており、前記入力側ノードで受信されるトラヒックに対しラベル

交換を行って出力側ノードまで転送する通信網の入力側ノード装置であって、前記入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で予め優先クラスを設定され、前記複数のパスそれぞれに予め優先度を設定され、前記入力側ノードで受信されるトラヒックの通信要素単位の優先クラスに応じた優先度のパスに振り分けて転送する優先クラス対優先度振り分け手段を有する。

【0021】このように、入力側ノードで受信されるトラヒックの通信要素単位の優先クラスに応じた優先度のパスに振り分けて転送するため、網管理者からそれぞれのアプリケーションに対して必要量に応じて帯域を与えることができ、柔軟な網運用を行うことができる。

【0022】

【発明の実施の形態】網リソースの効率的使用を目的とするトラヒックエンジニアリングの観点からすると、任意のルータを通過するような経路を複数設定できる機能を持つことが好ましい。これにより、例えば任意の経路の負荷が大きい場合に、別の帯域の大きい経路を通過するように切り替えることが可能となる。さらに予め同一目的地へ向かう複数の経路を持っており、入力トラヒックをそれぞれの経路に振り分けることによって負荷を分散させることが可能となる。MPLSにおける負荷分散は、MPLSがIPアドレスと独立にラベルを付与でき、LSPへのトラヒックの振分けが自在にできるからである。

【0023】前述のように、MPLSではLSPと呼ばれる予め設定されたパスにトラヒックを流す。LSPとしてどの経路を選ぶのかは、OSPFのようなルーティングプロトコルで自律的に決定される経路を使用することも可能であるが、網管理者が指定する条件（通過ノード、使用リンク）に適合した経路を明示的に設定することによっても可能である。MPLSのトラヒックエンジニアリングは主に後者の技術を用いることによって行われる。明示的に設定される複数のLSPに対して、入力トラヒックを振り分けることにより負荷分散が可能となる。さらに上述したようにMPLSでは入力トラヒックをFECと呼ばれる通信転送要素単位で転送する。

【0024】図1は、本発明方法のMPLSのトラヒックエンジニアリングによる負荷分散の概念図を示す。同図中、入力側LSR10と出力側LSR12との間を結ぶトラヒックエンジニアリング区間にLSP21, 22が設定されている。ここでは、簡単のため2本のLSP21, 22のみ示し、2本のLSP21, 22それぞれの帯域は異なる値でも構わない。LSP21は入力側LSR10から中間LSR13, 14を経て出力側LSR12に至り、LSP22は入力側LSR10から中間LSR15, 16を経て出力側LSR12に至っている。

【0025】入力側LSR10では入力パケットを網管理者が指定する条件によって複数のFEC#1～#4に収容される。一つのLSPには一つ以上のFECが収容

される。例えばFEC#1, #2はLSP21に収容され、FEC#3, #4はLSP22に収容され、負荷分散のためにFEC単位で各LSPに分配される。本発明では、トラヒックエンジニアリングを行うMPLS網の転送メディアとしてATMを想定し、MPLS網の外側はATM以外のIP網として説明する。

【0026】図2は、トラヒックエンジニアリングを行うMPLS網の入力側LSR10の一実施例の機能ブロック図を示す。同図中、端子30にIPパケットが到着すると、このIPパケットはヘッダ解析部31に供給されてIPパケットのヘッダが解析される。ヘッダ解析部31はIPパケットのヘッダを解析して送信元IPアドレス、宛先IPアドレス、送信元TCP/UDPポート番号、宛先TCP/UDPポート番号それぞれを抽出してFEC検索部32に供給する。これと共に、ヘッダ解析部31はIPパケットをATMセル化部33に供給する。

【0027】FEC検索部32は上記の送信元IPアドレス、宛先IPアドレス、送信元TCP/UDPポート番号、宛先TCP/UDPポート番号を使用して図3に示すFEC検索テーブル34を検索して、当該IPパケットが属するFECを決定するためのFEC番号を得る。図3に示すFEC検索テーブル34の送信元IPアドレスは、送信端末のIPアドレスまたは送信端末があるネットワークのアドレスを表しており、ネットワークの場合はプレフィックスを用いて表す。図3の第1行の送信元IPアドレス欄は「10.25.1.1」で送信端末を表して入る。第2行の送信元IPアドレス欄は「10.25.2.0/24」というプレフィックス表示である。これは「10.25.2.0」というアドレス表示（8ビット×4＝32ビット）のうちの上位24ビットが有効という意味であり、「10.25.2」の部分だけを見ることを表しており、ネットワーク「10.25.2」に接続される送信端末の全てを表している。

【0028】宛先IPアドレスは、受信端末のIPアドレスまたは受信端末があるネットワークのアドレスを表しており、ネットワークの場合は送信元IPアドレスと同様にプレフィックスを用いて表す。送信元TCP/UDPポート番号は、送信端末のTCPポートまたはUDPポートを示しており、IPパケットに含まれるTCPパケットのヘッダを参照して得られる。図3の第3行の送信元TCP/UDPポート欄の「20」はTCPレイヤ上のアプリケーションであるFTPファイル転送を表している。

【0029】宛先TCP/UDPポート番号は、受信端末のTCPポートまたはUDPポートを示しており、IPパケットに含まれるTCPパケットのヘッダを参照して得られる。FEC検索テーブル34の項目として送信元TCP/UDPポート番号と宛先TCP/UDPポ

10

20

30

40

50

ト番号を分けているのは、通常、ポート番号を指定するのはクライアント・サーバ間のクライアント側であるが、クライアントとサーバのどちらが送信元になるか宛先になるかはわからないため、どちらも指定できるようにするためである。

【0030】FEC優先クラスは、複数のFEC間で優先順位を設定するために使用するために設けている。FEC検索部32はFEC検索テーブル34を検索して得たFEC番号及びFEC優先クラスを、FECラベルマッピング部35に供給する。FECラベルマッピング部35は図4に示すFECラベルマッピングテーブル36を上記FEC番号で参照して、FECが決定されたIPパケットに対して、LSR10から出力する際に設定するラベル値及び出力ポート番号を決定してATMセル化部33に供給する。図4のFECラベルマッピングテーブル36にはFEC番号毎にラベル値と出力ポート番号が予め設定されている。

【0031】ATMセル化部33は、ヘッダ解析部31から供給されるIPパケットをATMセルのフォーマットに変換する。このとき、FECラベルマッピング部35から供給されるラベル値をフォーマット変換したATMセルのVPI/VCI（仮想パス識別子/仮想チャネル識別子）に付与して、FECラベルマッピング部35から供給される出力ポート番号で指示されるLSR10の出力ポートから出力する。

【0032】入力側LSR10で入力トラヒックであるIPパケットを通信要素であるFEC単位で、均等に複数のLSPに振り分けて転送する第1実施例について説明する。この実施例では、FECラベルマッピングテーブル36のエントリであるFEC番号に対するLSP割り当ての割合を一定にする。例えばFECラベルマッピングテーブル36のFEC番号数が10で、出力ポート数（=LSP数）が10である場合には、図5に示すFECラベルマッピングテーブルの構成図に示すように、FEC番号2つ毎に同一の出力ポート番号を割り当てて設定する。

【0033】このように、通信要素単位で均等にLSPに振り分けることにより、トラヒックエンジニアリング区間の出力側LSR12において、同一端末から送信されたIPパケットの順番が逆転することを防止でき、各LSPの負荷を分散させることができる。また均等に分散させる方法を用いることにより、ハードウェア制御上、簡単な制御で実現できる利点がある。

【0034】また、通信要素として上記のFEC単位でLSPに振り分ける以外に、パケット単位で各LSPに分散させることも可能である。この場合、入力側LSR10は到着したパケット単位で各LSPに転送するために、到着したパケットをATMセル化した後、1個のIPパケットが複数のATMセルに分割された場合は、それらは順次、同一LSPに送出される。パケット単位で

各LSPに均等に分散する場合、ある出力端末からのIPパケットフローが別々のLSPに分散される可能性があることから、出力側LSR12においてパケットの再構成機能が必要となるが、各LSPの負荷を完全に均一にすることが出来るという特長を持っている。

【0035】次に、入力側LSR10で入力トラヒックであるIPパケットを通信要素単位であるFEC単位で、各LSPに設定されている帯域に比例する配分で各LSPに振り分けて転送する第2実施例について説明する。この実施例では、FECラベルマッピングテーブル36のエントリであるFEC番号に対するLSP割り当ての割合を、各LSPの帯域に比例するように設定にする。

【0036】例えばFECラベルマッピングテーブル36のFEC番号数Mが10で、出力ポート数m（=LSP数）が3であり、出力ポートP0に対応するLSP1の帯域aが1Mbit/secで、出力ポートP1に対応するLSP2の帯域bが3Mbit/secで、出力ポートP2に対応するLSP3の帯域cが6Mbit/secであるものとする。

【0037】この場合、LSP1、LSP2、LSP3それぞれのFEC数lsp(1)、lsp(2)、lsp(3)それぞれは次式を用いて決定する。

$$lsp(1) = M \cdot a / (a + b + c)$$

$$lsp(2) = M \cdot b / (a + b + c)$$

$$lsp(3) = M \cdot c / (a + b + c)$$

上記の式に値を代入することにより、lsp(1)=1、lsp(2)=2、lsp(3)=3を得る。従って、図6に示すFECラベルマッピングテーブルの構成図に示すように、FEC番号#1に出力ポートP0を割り当て、FEC番号#2～#4に出力ポートP1を割り当て、FEC番号#5～#10に出力ポートP2を割り当てて設定する。

【0038】このようにして、帯域に応じて入力トラヒックを複数のLSPに分散させることができ、特定のLSPに対して負荷が集中することを避けることが可能となる。遅延に厳しいアプリケーションのパケットが転送されているような網では、負荷が集中した場合の遅延による性能低下を避けるために有効である。次に、入力側LSR10で入力トラヒックであるIPパケットを通信要素単位であるFEC単位で、各LSPに設定されている重みに比例する配分で各LSPに振り分けて転送する第3実施例について説明する。この実施例では、FECラベルマッピングテーブル36のエントリであるFEC番号に対するLSP割り当ての割合を、各LSPの重みに比例するように設定にする。

【0039】例えばFECラベルマッピングテーブル36のFEC番号数Mが10で、出力ポート数m（=LSP数）が3であり、出力ポートP0に対応するLSP1の重みw1が20%で、出力ポートP1に対応するL

10

20

30

40

50

SP2の重み w_2 が50%で、出力ポートP2に対応するLSP3の重み w_3 が30%であるものとする。この場合、LSP1、LSP2、LSP3それぞれのFEC数 $lsp(1)$ 、 $lsp(2)$ 、 $lsp(3)$ それぞれは次式を用いて決定する。

【0040】

$$lsp(1) = M \cdot w_1 / (w_1 + w_2 + w_3)$$

$$lsp(2) = M \cdot w_2 / (w_1 + w_2 + w_3)$$

$$lsp(3) = M \cdot w_3 / (w_1 + w_2 + w_3)$$

上記の式に値を代入することにより、 $lsp(1) = 2$ 、 $lsp(2) = 5$ 、 $lsp(3) = 3$ を得る。従って、図7に示すFECラベルマッピングテーブルの構成図に示すように、FEC番号#1、#2に出力ポートP0を割り当て、FEC番号#3～#7に出力ポートP1を割り当て、FEC番号#8～#10に出力ポートP2を割り当てて設定する。このようにして、網管理者の意図で各LSPの重み付けを行い、網管理者の意図に応じて入力トラヒックを分散させることが可能となる。

【0041】次に、入力側LSR10で入力トラヒックであるIPパケットを通信要素単位であるFEC単位で、高い優先度を設定されているLSPから順に振り分けて転送し、このLSPの帯域使用率が高くなると次に優先度の高いLSPに振り分けて転送する第4実施例について説明する。この実施例では、FECラベルマッピングテーブル36は、FECの登録順に、このFEC番号のエントリにラベル値と出力ポート番号を与えて登録を行い、その出力ポート番号に対応するLSPの帯域使用率がある一定の閾値を越えるまでは新たなFECの登録に対し同一のLSPを割り当てる。

【0042】例えば図8に示すFECラベルマッピングテーブルの構成図に示すように、FEC番号#1、#2、#3を優先度が最も高いLSP1に対応する出力ポートP0に割り当てる。これはFEC番号#3の登録時点でLSP1の帯域使用率が閾値を越えなかったためである。この後、FEC番号#4の登録時点でLSP1の帯域使用率が閾値を越えると、図9に示すFECラベルマッピングテーブルの構成図に示すように、FEC番号#4を次に優先度が高いLSP2に対応する出力ポートP1に割り当てて設定する。更に、FEC番号#5の登録時点でLSP1の帯域使用率が閾値を越えなければFEC番号#5もLSP2に対応する出力ポートP1に割り当てて設定する。

【0043】各LSPの帯域使用量は、入力側ノードにおいて各LSPの実負荷を計算することによって得ることが可能である。負荷を実測する方法としては、IETF(Internet Engineering Task Force)において提案されているMATE(MPLS Adaptive Traffic Engineering)等を使用できる。

【0044】MATEは、LSPの負荷状態を評価する

ために、ブルーパケットをトラフィックエンジニアリング区間の入力側LSR10から出力側LSR12に向けて送出し、出力側LSR12で受信したブルーパケットを入力側LSR10に向けて折り返す。入力側LSR10では個々のブルーパケットにはタイムスタンプとシーケンス番号を書き込む。出力側LSR12では更に折り返しの時刻をタイムスタンプとして書き込む。これにより、入力側LSR10では、折り返されたブルーパケットのタイムスタンプから転送遅延時間を計測でき、出力側LSR12ではブルーパケットのシーケンス番号からブルーパケットの損失を認識することができ、それを入力側LSR10にブルーパケットで転送することによりLSPのパケット損失率及び負荷状態を評価することができる。

【0045】この実施例では、複数のLSPのうち主経路のLSPの優先度を高くしておき、予備のLSPの優先度を低くしておくことによって、主経路のLSPを予め設定しておいた帯域使用率の負荷状態となるまで効率的に使用し、帯域使用率が高くなると優先度の低いLSPに負荷が分散されるようにすることができ、網リソースの効率化に対して有効である。

【0046】次に、入力側LSR10で入力トラヒックであるIPパケットを通信要素単位であるFEC単位で、かつ、各FECに設定されているFEC優先クラスと各LSPに設定されている優先度を用いてそれぞれのLSPに振り分けて転送する第5実施例について説明する。この実施例では、FECラベルマッピングテーブル36は、FEC優先クラスのエントリにラベル値と出力ポート番号を与えて登録を行い、各FECのFEC優先クラスに応じた優先度の出力ポート番号に対応するLSPを割り当てる。なお、各FECの優先クラスは図3に示すFEC検索テーブル34を検索することで得られる。

【0047】例えば図10に示すFECラベルマッピングテーブルの構成図に示すように、FEC優先クラス0を優先度が最も高いLSP1に対応する出力ポートP0に割り当て、FEC優先クラス1を次に優先度が高いLSP2に対応する出力ポートP1に割り当て、FEC優先クラス2を次に優先度が高いLSP3に対応する出力ポートP2に割り当てる。更に、FEC優先クラス3を次に優先度が高いLSP4に対応する出力ポートP3に割り当て、FEC優先クラス4～7を次の優先度のLSP5に対応する出力ポートP4に割り当てて設定している。

【0048】具体的には入力側LSR10において、例えば入力トラヒックのTCP/UDPポート番号からアプリケーション種別を判別し、リアルタイム性の高いIPパケットのフローは高優先クラスのFECにマッピングし、電子メールなどは低優先クラスのFECにマッピングし、それぞれを別々のLSPで転送することにより

10

20

30

40

50

各アプリケーション間の干渉を避けることができる。各LSPは前記の通り帯域を設定することが可能であるため、網管理者からそれぞれのアプリケーションに対して必要量に応じて帯域を与えることができ、柔軟な網運用を行うことができる。

【0049】本発明をパケット通信網に適用することにより、入力パケットを適切なLSPに分散することが可能となり、従来、IP網において実現が困難であった負荷の分散及び網資源の効率的な利用が可能となる。さらにアプリケーションを意識したトラヒックの分散を行うことができ、より柔軟にサービスに応じた網運用を行うことができる。

【0050】ところで、中間LSR13～16では、入力してくるパケットはラベル化されたパケットとしてのATMセルであるため、必要な処理は入力ラベルに対応する出力ラベルを検索して、その結果得られた出力ラベルを付けたATMセルを出力ラベルに対応した出力ポートに出力する。図11は、中間LSR13～16の一実施例の機能ブロック図である。同図中、入力したATMセルはヘッダ解析部41に供給されてATMセルのヘッダが解析され、ここでラベル値（入力ラベル値）が抽出されてラベル検出部43に供給される。ラベル検出部43では、上記入力ラベル値を用いてラベルマッピングテーブル44を検索し、出力ラベル値及び出力ポートを得る。ラベルマッピングテーブル44は例えば図12に示す構成であり、入力ラベル値に応じて出力ラベル値及び出力ポートが設定されている。

【0051】ラベル検出部43で得られた出力ラベル値及び出力ポートはラベル設定部42に通知され、ラベル設定部42はヘッダ解析部41から供給されるATMセルのVPI/VCIフィールドに上記ラベル検出部43から通知された出力ラベル値を書き込み、上記ラベル検出部43から通知された出力ポートに出力する。出力側LSR12は入力してくるパケットとしてのATMセルを終端し、IPパケットにして出力側のネットワークの送出する。従って、入力ATMセルのラベル値でFECラベルマッピングテーブルを検索してFEC番号を得て、更にFEC番号からFEC検索テーブルを検索して宛先IPアドレスを得る。そして、IPパケットを組み立てた後、このIPパケットを宛先IPアドレスに向けて送出する。

【0052】図13は、出力側LSR12の一実施例の機能ブロック図である。同図中、入力したATMセルはヘッダ解析部51に供給されてATMセルのヘッダが解析され、ここでラベル値（入力ラベル値）が抽出されてFECラベルマッピング部53に供給される。FECラベルマッピング部53は図4と同一構成のFECラベルマッピングテーブル55を上記入力ラベル値で参照してFEC番号を得、これをFEC検索部54に供給する。

【0053】FEC検索部54は図3と同一構成のFEC検索テーブル56を上記のFEC番号で検索して宛先IPアドレス及び宛先TCP/UDPポート番号を得、IPフォワーディング処理部52に通知する。IPフォワーディング処理部52はヘッダ解析部51から供給されるATMセルからIPパケットを組み立てる。このとき、FEC検索部54から供給される宛先IPアドレスを使用する。その後、上記宛先IPアドレスに向けて宛先TCP/UDPポート番号の出力ポートから出力する。

【0054】ところで、上記実施例では、入力側LSR10と出力側LSR12との間を結ぶトラヒックエンジニアリング区間をATMを用いてデータ転送を行っているが、ATMに限らずIPパケットやフレームリレー等の他の形態のデータ転送を行っても良く、上記実施例に限定されない。なお、入力側LSR10が請求項記載の入力側ノードに対応し、出力側LSR12が出力側ノードに対応し、図5に示すFECラベルマッピングテーブル36が均等振り分け手段に対応し、図6に示すFECラベルマッピングテーブル36が帯域配分振り分け手段に対応し、図7に示すFECラベルマッピングテーブル36が重み配分振り分け手段に対応し、図9に示すFECラベルマッピングテーブル36が優先度順振り分け手段に対応し、図3に示すFEC検索テーブル34及び図10に示すFECラベルマッピングテーブル36が優先クラス対優先度振り分け手段に対応する。

【0055】

【発明の効果】上述の如く、請求項1に記載の発明は、入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で均等に前記複数のパスに振り分けて転送する。このように、入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で均等に複数のパスに振り分けて転送するため、各パスの負荷を分散させることができ、出力側ノードにおいて同一端末から送信されたパケットの順番が逆転することを防止できる。

【0056】請求項2に記載の発明は、入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、前記複数のパスそれぞれに設定されている帯域に比例する配分で前記複数のパスに振り分けて転送する。このように、入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、複数のパスそれぞれに設定されている帯域に比例する配分で複数のパスに振り分けて転送するため、帯域に応じて入力トラヒックを複数のパスに分散させることができ、特定のパスに対して負荷が集中することを避けることができる。

【0057】請求項3に記載の発明は、入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、前記複数のパスそれぞれに設定されている重みに比例する配分で前記複数のパスに振り分けて転送する。このように、入力側ノードで受信されるトラヒックを通信要素単位で、複数

のパスそれぞれに設定されている重みに比例する配分で前記複数のパスに振り分けて転送するため、帯域に応じて入力トラフィックを複数のパスに網管理者の意図に応じて分散させることができる。

【0058】請求項4に記載の発明は、複数のパスそれぞれに予め優先度を設定され、前記入力側ノードで受信されるトラフィックを通信要素単位で、優先度の高いパスから順に振り分け、前記トラフィックを振り分けられているパスの帯域使用率が所定の閾値を越えると、次に優先度の高いパスに振り分けて転送する。

【0059】このように、入力側ノードで受信されるトラフィックを通信要素単位で、優先度の高いパスから順に振り分け、トラフィックを振り分けられているパスの帯域使用率が所定の閾値を越えると、次に優先度の高いパスに振り分けて転送するため、例えば主経路のパスを予め設定しておいた帯域使用率の負荷状態となるまで効率的に使用し、帯域使用率が高くなると優先度の低いパスに負荷が分散されるようにすることができ、網リソースの効率化を行うことができる。

【0060】請求項5に記載の発明は、入力側ノードで受信されるトラフィックを通信要素単位で優先クラスを設定され、前記複数のパスそれぞれに予め優先度を設定され、前記入力側ノードで受信されるトラフィックの通信要素単位の優先クラスに応じた優先度のパスに振り分けて転送する。

【0061】このように、入力側ノードで受信されるトラフィックの通信要素単位の優先クラスに応じた優先度のパスに振り分けて転送するため、網管理者からそれぞれのアプリケーションに対して必要量に応じて帯域を与えることができ、柔軟な網運用を行うことができる。請求項6に記載の発明は、入力側ノードで受信されるトラフィックを通信要素単位で均等に前記複数のパスに振り分けて転送する均等振り分け手段を有する。

【0062】このように、入力側ノードで受信されるトラフィックを通信要素単位で均等に複数のパスに振り分けて転送するため、各パスの負荷を分散させることができ、出力側ノードにおいて同一端末から送信されたパケットの順番が逆転することを防止できる。請求項7に記載の発明は、入力側ノードで受信されるトラフィックを通信要素単位で、前記複数のパスそれぞれに設定されている帯域に比例する配分で前記複数のパスに振り分けて転送する帯域配分振り分け手段を有する。

【0063】このように、入力側ノードで受信されるトラフィックを通信要素単位で、複数のパスそれぞれに設定されている帯域に比例する配分で複数のパスに振り分けて転送するため、帯域に応じて入力トラフィックを複数のパスに分散させることができ、特定のパスに対して負荷が集中することを避けることができる。請求項8に記載の発明は、入力側ノードで受信されるトラフィックを通信要素単位で、前記複数のパスそれぞれに設定されている

重みに比例する配分で前記複数のパスに振り分けて転送する重み配分振り分け手段を有する。

【0064】このように、入力側ノードで受信されるトラフィックを通信要素単位で、複数のパスそれぞれに設定されている重みに比例する配分で前記複数のパスに振り分けて転送するため、帯域に応じて入力トラフィックを複数のパスに網管理者の意図に応じて分散させることができる。請求項9に記載の発明は、複数のパスそれぞれに予め優先度を設定され、前記入力側ノードで受信されるトラフィックを通信要素単位で、優先度の高いパスから順に振り分け、前記トラフィックを振り分けられているパスの帯域使用率が所定の閾値を越えると、次に優先度の高いパスに振り分けて転送する優先度順振り分け手段を有する。

【0065】このように、入力側ノードで受信されるトラフィックを通信要素単位で、優先度の高いパスから順に振り分け、トラフィックを振り分けられているパスの帯域使用率が所定の閾値を越えると、次に優先度の高いパスに振り分けて転送するため、例えば主経路のパスを予め設定しておいた帯域使用率の負荷状態となるまで効率的に使用し、帯域使用率が高くなると優先度の低いパスに負荷が分散されるようにすることができ、網リソースの効率化を行うことができる。

【0066】請求項10に記載の発明は、入力側ノードで受信されるトラフィックを通信要素単位で予め優先クラスを設定され、前記複数のパスそれぞれに予め優先度を設定され、前記入力側ノードで受信されるトラフィックの通信要素単位の優先クラスに応じた優先度のパスに振り分けて転送する優先クラス対優先度振り分け手段を有する。

【0067】このように、入力側ノードで受信されるトラフィックの通信要素単位の優先クラスに応じた優先度のパスに振り分けて転送するため、網管理者からそれぞれのアプリケーションに対して必要量に応じて帯域を与えることができ、柔軟な網運用を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法のMPLSのトラフィックエンジニアリングによる負荷分散の概念図である。

【図2】トラフィックエンジニアリングを行うMPLS網の入力側LSR10の一実施例の機能ブロック図である。

【図3】FEC検索テーブル34の一実施例の構成図である。

【図4】FECラベルマッピングテーブル36の一実施例の構成図である。

【図5】本発明の第1実施例におけるFECラベルマッピングテーブル36の構成図である。

【図6】本発明の第2実施例におけるFECラベルマッピングテーブル36の構成図である。

【図7】本発明の第3実施例におけるFECラベルマ

10

20

30

40

50

ッピングテーブル36の構成図である。

【図8】本発明の第4実施例におけるFEC-ラベルマッピングテーブル36の構成図である。

【図9】本発明の第4実施例におけるFEC-ラベルマッピングテーブル36の構成図である。

【図10】本発明の第5実施例におけるFEC-ラベルマッピングテーブル36の構成図である。

【図11】中間LSR13～16の一実施例の機能ブロック図である。

【図12】中間LSRのラベルマッピングテーブルの一実施例の構成図である。

【図13】出力側LSR12の一実施例の機能ブロック*

* 図である。

【符号の説明】

10 入力側LSR

12 出力側LSR

13～16 中間LSR

21, 22 LSP

31 ヘッダ解析部

32 FEC検索部

33 ATMセル化部

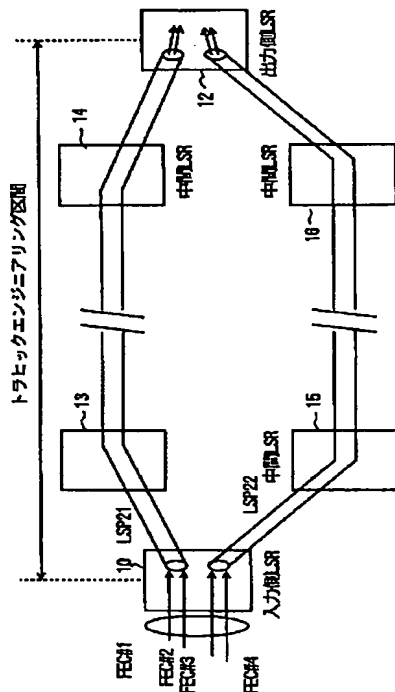
34 FEC検索テーブル

35 FEC-ラベルマッピング部

36 FEC-ラベルマッピングテーブル

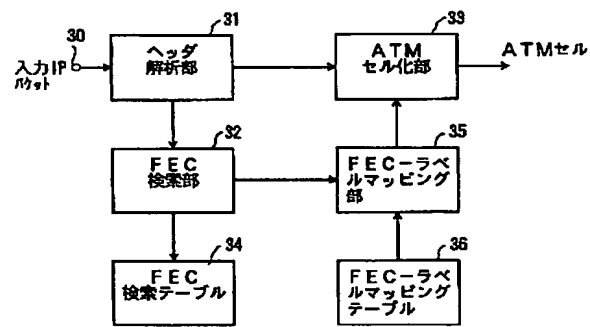
【図1】

本発明方法のMPLSのトラフィックエンジニアリングによる負荷分散の概念図



【図2】

トラフィックエンジニアリングを行うMPLS網の入力側LSR10の一実施例の機能ブロック図



【図3】

FEC検索テーブル34の一実施例の構成図

FEC番号	送信元 IPアドレス	宛先 IPアドレス	送信元 TCP/UDPポート	宛先 TCP/UDPポート	FEC 優先クラス
#1	null	10.25.1.1	null	null	1
#2	null	10.25.2.0/24	null	null	1
#3	1.2.3.4	null	20	80	0
#4	null	10.25.3.0/24	null	80	0
...

【図4】

FEC-ラベルマッピングテーブル38の一実施例の構成図

FEC番号	ラベル値	出力ポート
#1	L0	P0
#2	L1	P1
#3	L2	P2
#4	L3	P2
⋮	⋮	⋮

【図5】

本発明の第1実施例におけるFEC-ラベルマッピング
テーブル38の構成図

FEC番号	ラベル値	出力ポート
#1	L0	P0
#2	L1	P0
#3	L2	P1
#4	L3	P1
#5	L4	P2
#6	L5	P2
#7	L6	P3
#8	L7	P3
#9	L8	P4
#10	L8	P4

【図6】

本発明の第2実施例におけるFEC-ラベルマッピング
テーブル38の構成図

FEC番号	ラベル値	出力ポート
#1	L0	P0
#2	L1	P1
#3	L2	P1
#4	L3	P1
#5	L4	P2
#6	L5	P2
#7	L6	P2
#8	L7	P2
#9	L8	P2
#10	L9	P2

} LSP1
 } LSP2
 } LSP3

【図7】

本発明の第3実施例におけるFEC-ラベルマッピング
テーブル38の構成図

FEC番号	ラベル値	出力ポート
#1	L0	P0
#2	L1	P0
#3	L2	P1
#4	L3	P1
#5	L4	P1
#6	L5	P1
#7	L6	P1
#8	L7	P2
#9	L8	P2
#10	L8	P2

} LSP1
 } LSP2
 } LSP3

【図8】

本発明の第4実施例におけるFEC-ラベルマッピング
テーブル38の構成図

FEC番号	ラベル値	出力ポート
#1	L0	P0
#2	L1	P0
#3	L2	P0

} LSP1
 (high priority)
 ← 帯域使用量が
 閾値を超過

【図9】

本発明の第4実施例におけるFEC-ラベルマッピング
テーブル38の構成図

FEC番号	ラベル値	出力ポート
#1	L0	P0
#2	L1	P0
#3	L2	P0
#4	L3	P1
#5	L4	P1

} LSP1
 (high priority)
 } LSP2
 (low priority)

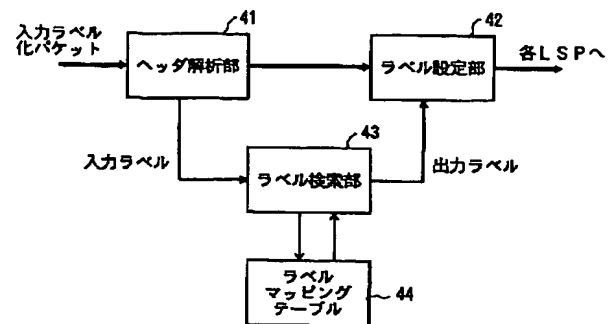
【図10】

本発明の第5実施例におけるFEC-ラベルマッピング
テーブル38の構成図

FEC優先 クラス	出力ラベル	出力ポート	
0	L0	P0	LSP1 (高優先)
1	L1	P1	
2	L2	P2	
3	L3	P3	
4	L4	P4	LSP5 (低優先)
5	L5	P4	
6	L6	P4	
7	L7	P4	

【図11】

中間LSR18~16の一実施例の機能ブロック図



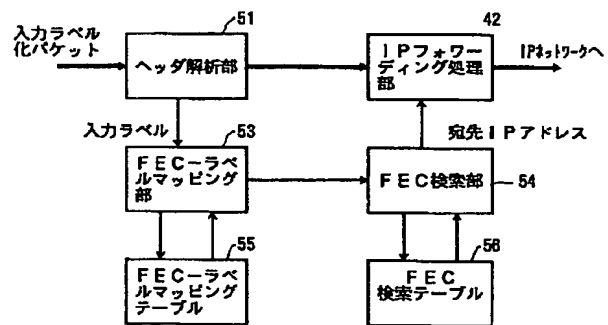
【図12】

中間LSRのラベルマッピングテーブルの一実施例の構成図

入力ラベル	出力ラベル	出力ポート
IL0	OL0	P0
IL1	OL1	P1
IL2	OL2	P2
IL3	OL3	P3
⋮	⋮	⋮

【図13】

出力側LSR12の一実施例の機能ブロック図



フロントページの続き

(72)発明者 宗宮 利夫
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内
(72)発明者 ▲高▼島 研也
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

Fターム(参考) 5K030 GA13 HA10 HB14 HC01 HD01
JA11 JL07 KA05 LA03 LB05
LC09 LC11 LE03 LE05
5K051 AA01 BB02 CC02 DD01 DD13
FF07 FF11 FF16 GG01 HH27

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.